



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 22 231.9
22 Anm Idetag: 24. 6. 94
43 Offenlegungstag: 4. 1. 96

DE 44 22 231 A 1

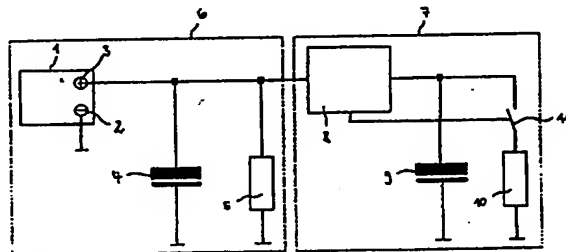
71 Anmelder:
BMW AG, 80809 München, DE; Dr. Ing. h.c. F. Porsche
AG, 71287 Weissach, DE; Volkswagen AG, 38440
Wolfsburg, DE; Mercedes-Benz Aktiengesellschaft,
70327 Stuttgart, DE; Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

72 Erfinder:
Mertl, Rainer, 85748 Garching, DE; Otto, Erhard,
82194 Gröbenzell, DE; Katzenellenbogen, Dirk, 38448
Wolfsburg, DE; Maute, Kurt, 71067 Sindelfingen, DE;
Zag, Wolfgang, Dr., 71287 Weissach, DE; Streit,
Walter, 85049 Ingolstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Bordnetz für ein Kraftfahrzeug

57 Bei einem Bordnetz für ein Kraftfahrzeug mit einem Primärsystem (6), das einen spannungsgeregelten Generator (1), einen primären Energiespeicher (4) sowie mindestens einen primären Energieverbraucher (5) enthält, und mit einem parallelgeschalteten Sekundärsystem (7), das einen sekundären Energiespeicher (9) sowie mindestens einen sekundären Energieverbraucher (10) enthält, umfaßt das Sekundärsystem (7) eine Reglereinheit (8) mit einem an den Generator (1) angeschlossenen regelbaren Widerstand. Die Reglereinheit (8) überwacht den Ladezustand des sekundären Energiespeichers (9). In Abhängigkeit vom aktuell ermittelten Ladezustand des sekundären Energiespeichers (9) steuert die Reglereinheit (8) einerseits den regelbaren Widerstand derart an, daß beim Laden des sekundären Energiespeichers (9) das Primärsystem (6) nicht überlastet wird. Darüber hinaus schaltet die Reglereinheit (8) den bzw. die sekundären Energieverbraucher derart zu bzw. ab, daß beim Entladen des sekundären Energiespeichers (9) ein vorgegebener Restladungswert nicht unterschritten wird.



DE 44 22 231 A 1

Die Erfindung betrifft ein Bordnetz für ein Kraftfahrzeug mit einem Primärsystem, das einen spannungsge-
regelten Generator, einen primären Energiespeicher so-
wie mindestens einen primären Energieverbraucher
enthält, und mit einem parallelgeschalteten Sekundärsy-
stem, das einen sekundären Energiespeicher sowie min-
destens einen sekundären Energieverbraucher enthält.

Aus der DE 38 41 769 C1 ist ein derartiges Bordnetz
bekannt. Bei diesem bekannten Bordnetz sind der pri-
märe Energiespeicher, nämlich hier die Starterbatterie,
und der sekundäre Energiespeicher, nämlich hier die
Bordnetzbatterie, miteinander verbunden, sobald der
Generator arbeitet. Dies hat bei geringer Generator-
stromzufuhr den Nachteil, daß die Bordnetzbatterie
durch Ladungsausgleich auf Kosten der Starterbatterie
geladen wird, wenn der Ladezustand der Bordnetzbat-
terie schlechter als der der Starterbatterie ist.

Bei dem bekannten Bordnetz ist auch zwischen der
Bordnetzbatterie und den Bordnetzverbrauchern (se-
kundären Energieverbrauchern) und dem übrigen Teil
des Bordnetzes ein Schalter angebracht, der bei Gene-
ratorstillstand geöffnet wird, sobald die Starterbatterie-
spannung unter einen zulässigen Grenzwert sinkt. Diese
Maßnahme schützt die Starterbatterie (primärer Ener-
giespeicher) nur bei Generatorstillstand vor einer voll-
ständigen Entladung und läßt somit eine Teilentladung
der Starterbatterie zu. Bei Fahrtbeginn nimmt die Bela-
stung der Starterbatterie zu, wenn ein Ladungsausgleich
der beiden Batterien zuungunsten der Starterbatterie
stattfindet. Dies kann im Extremfall zur vollständigen
Entladung oder Zerstörung des primären Energiespei-
chers, nämlich hier der Starterbatterie, führen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, stets einen opti-
malen Ladezustand des primären Energiespeichers si-
cherzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,
daß das Sekundärsystem eine Reglereinheit mit einem
an den Generator angeschlossenen regelbaren Wider-
stand umfaßt, die den Ladezustand des sekundären
Energiespeichers überwacht und die in Abhängigkeit
vom aktuellen Ladezustand des sekundären Energie-
speichers sowohl den regelbaren Widerstand derart an-
steuert als auch den bzw. die sekundären Energiever-
braucher derart zu- bzw. abschaltet, daß einerseits beim
Laden des sekundären Energiespeichers das Primärsy-
stem nicht überlastet und andererseits beim Entladen
des sekundären Energiesystems ein vorgegebener Rest-
ladungswert nicht unterschritten wird.

Da das den Generator enthaltende Primärsystem ab-
hängig von der elektrischen Last des Bordnetzes, d. h.
konkret der primären Energieverbraucher und dem Be-
triebszustand der den Generator antreibenden Brenn-
kraftmaschine nicht zu allen Zeiten ausreichend elektri-
sche Energie zur Verfügung stellen kann, bietet das er-
findungsgemäße Bordnetz die Möglichkeit, den Lade-
strom zum sekundären Energiespeicher und damit die
Belastung des Primärsystems im bestimmten Umfang zu
regeln. Durch den den Ladestrom zum sekundären
Energiespeicher beeinflussenden regelbaren Wider-
stand wird ferner das Primärsystem bedämpft, wodurch
die Bordnetzoberwelligkeit reduziert wird. Vorausset-
zung dafür ist jedoch, daß der sekundäre Energiespei-
cher ausreichend Strom aufnehmen kann, d. h. daß der
sekundäre Energiespeicher nicht bereits vollständig ge-
laden ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Er-

findung ist der primäre Energiespeicher relativ zum se-
kundären Energiespeicher räumlich näher beim Gene-
rator angeordnet. Dies hat zur Folge, daß der elektri-
sche Leitungswiderstand zwischen dem Generator und
dem primären Energiespeicher kleiner ist als der elektri-
sche Leitungswiderstand zwischen dem Generator und
dem sekundären Energiespeicher. Damit ist beim Laden
der beiden Energiespeicher der Spannungsabfall auf der
Zuleitung zum primären Energiespeicher kleiner als der
Spannungsabfall auf der Zuleitung zum sekundären
Energiespeicher. Dies führt dazu, daß der primäre Ener-
giespeicher stets vorrangig geladen wird und damit stets
einen optimalen Ladezustand aufweist.

Wenn beispielsweise der Anlasser der Kraftfahrzeug-
Brennkraftmaschine einer der primären Energiever-
braucher des erfindungsgemäßen Bordnetzes ist, dann
ist bei einem stets optimalen Ladezustand des primären
Energiespeichers eine maximale Startfähigkeit und da-
mit Verfügbarkeit des Kraftfahrzeuges gewährleistet.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung
wird der aktuelle Ladezustand des sekundären Energie-
speichers ausgehend von einem vorgegebenen bzw.
vorgebbaren Ausgangsladezustand durch Addition der
beim Ladevorgang zugeführten Ladungsmenge sowie
durch Subtraktion der beim Entladevorgang entnom-
menen Ladungsmenge unter Berücksichtigung des Wirk-
ungsgrades des sekundären Energiespeichers be-
stimmt.

Die dem sekundären Energiespeicher zugeführte La-
dungsmenge wird dabei durch zeitliche Integration des
Ladestromes bestimmt.

Analog dazu wird die dem sekundären Energiespei-
cher entnommene Ladungsmenge durch zeitliche Inte-
gration der auf den bzw. auf die Summe der Lastwider-
stände bezogene Entladespannung bestimmt.

Bei Inbetriebnahme des Bordnetzes wird die im se-
kundären Energiespeicher enthaltene elektrische La-
dung, d. h. der Ladezustand des sekundären Energie-
speichers auf einen Ausgangswert festgelegt. Dieser
läßt sich am einfachsten aus der Ruhespannung und der
Temperatur des sekundären Energiespeichers näher-
ungsweise bestimmen. Dies geschieht vorteilhaft da-
durch, daß während des Startvorganges des Kraftfahr-
zeuges, bei dem der sekundäre Energiespeicher bevor-
zugt weder mit seiner Last noch mit dem Primärsystem
verbunden ist, die Spannung des sekundären Energie-
speichers sowie dessen Temperatur gemessen wird.
Während des Betriebes des erfindungsgemäßen Bord-
netzes es wird dann der Ladezustand des sekundären
Energiespeichers gemäß der zugeführten bzw. entnom-
menen Ladungsmenge korrigiert, wobei bei der ent-
nommenen Ladungsmenge der Wirkungsgrad des se-
kundären Energiespeichers durch einen Faktor k be-
rücksichtigt werden muß.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der
Erfindung wird der Ladestrom durch den regelbaren
Widerstand der Reglereinheit des Sekundärsystems auf
einen maximal zulässigen Stromstärkewert begrenzt.
Damit wird eine übermäßige Belastung des Primärsy-
stems vermieden.

Gemäß einer weiteren Weiterbildung des erfindungs-
gemäßen Bordnetzes wird die Steilheit des Anstiegs
bzw. des Abfalls des Ladestroms des sekundären Ener-
giespeichers durch den regelbaren Widerstand der Re-
glereinheit auf einen maximal zulässigen Wert begrenzt.
Es werden dadurch die störenden elektromagnetischen
Abstrahlungen auf ein Minimum verringert.

Der den Ladestrom des sekundären Energiespeichers

bestimmende regelbare Widerstand der Reglereinheit ist vorteilhaft durch mehrere hintereinander- bzw. parallelgeschaltete Feldeffekttransistoren gebildet.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Bordnetzes anhand der einzigen Figur näher erläutert.

Bei dem in der Figur dargestellten Bordnetz für ein Kraftfahrzeug ist ein spannungsgeregelter Generator 1, beispielsweise ein Gleichstromgenerator, der mit einem Gleichrichter versehener Wechselstromgenerator, mit seinem einen Anschluß 2 an Erdpotential und mit seinem anderen Anschluß 3 sowohl mit dem primären Energiespeicher 4 und den als ein Lastwiderstand 5 dargestellten primären Energieverbrauchern des Primärsystems 6 als auch mit dem Sekundärsystem 7 verbunden.

Das zum Primärsystem 6 elektrisch parallel geschaltete Sekundärsystem 7 enthält eine Reglereinheit 8 mit einem regelbaren Widerstand, beispielsweise in Form von hintereinander- bzw. parallelgeschalteten Feldeffekttransistoren, über den der Generator 1 mit dem sekundären Energiespeicher 9 sowie mit mindestens einem sekundären Energieverbraucher 10 verbunden ist. Der bzw. einer der sekundären Energieverbraucher 10 kann beispielsweise die elektrische Heizeinrichtung eines Abgaskatalysators einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine sein. Zwischen dem bzw. den sekundären Energieverbrauchern 10 und dem regelbaren Widerstand der Reglereinheit 8 ist ein von dieser steuerbarer elektrischer Schalter 11 vorgesehen, der den bzw. die sekundären Energieverbraucher 10 derart zu- bzw. abschaltet, daß beim Entladen des sekundären Energiespeichers 9 ein vorgegebener erwünschter Restladungswert nicht unterschritten wird.

Durch die Reglereinheit 8 wird der Ladezustand des sekundären Energiespeichers 9 überwacht und in Abhängigkeit vom jeweils aktuellen Ladezustand des sekundären Energiespeichers 9 neben der oben beschriebenen Zu- und Abschaltung des bzw. der sekundären Energieverbraucher 10 auch der in der Reglereinheit 8 enthaltene regelbare Widerstand derart angesteuert, daß beim Laden des sekundären Energiespeichers 9 das Primärsystem 6 nicht überlastet wird. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn das den Generator 1 enthaltene Primärsystem 6 abhängig von der elektrischen Last 5 des Bordnetzes und dem Betriebszustand der den Generator antreibenden Brennkraftmaschine nicht ausreichend Energie zur Verfügung stellen kann. Durch die Regelung des Ladestroms des sekundären Energiespeichers 9 und damit der Regelung der Belastung des Primärsystems 6 besteht die Möglichkeit, das Primärsystem 6 zur deutlichen Reduzierung der Bordnetzoberwelligkeit zu bedämpfen. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß der sekundäre Energiespeicher 9 ausreichend elektrischen Strom aufnehmen kann, d. h. der sekundäre Energiespeicher 9 nicht bereits vollständig geladen ist.

Durch den in der Reglereinheit 8 enthaltenen regelbaren Widerstand kann ferner der Ladestrom des sekundären Energiespeichers 9 auf einen maximal zulässigen Stromstärkewert begrenzt werden. Es wird dadurch eine übermäßige Belastung des Primärsystems 6 verhindert.

Darüber hinaus wird durch den regelbaren Widerstand der Reglereinheit 8 die Steilheit des Anstiegs bzw. des Abfalls des Ladestroms des sekundären Energiespeichers 9 auf einen maximal zulässigen Wert begrenzt. Dadurch werden die störenden elektromagnetischen Einflüsse des Sekundärsystems 7 und damit des gesam-

ten Bordnetzes auf ein Minimum begrenzt.

Wie bereits vorstehend erwähnt, erfolgt sowohl die Regelung des in der Reglereinheit 8 enthaltenen regelbaren Widerstandes als auch die Zu- bzw. Abschaltung des bzw. der sekundären Energieverbraucher 10 und damit die Ansteuerung des elektrischen Schalters 11 in Abhängigkeit vom gerade aktuellen Ladezustand des sekundären Energiespeichers 9. Dabei wird der jeweils aktuelle Ladezustand des sekundären Energiespeichers 9 ausgehend von einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Ausgangsladezustand durch Addition der beim Ladevorgang zugeführten Ladungsmenge Q_{Lade} sowie durch Subtraktion der beim Entladevorgang entnommenen Ladungsmenge $Q_{Entlade}$ unter Berücksichtigung des Wirkungsgradfaktors k des sekundären Energiespeichers 9 bestimmt. Dabei wird die dem sekundären Energiespeicher 9 zugeführte Ladungsmenge Q_{Lade} durch die zeitliche Integration des Ladestroms des sekundären Energiespeichers 9 gemäß der Formel

$$Q_{Lade}(t) = \text{Integral} \{ (i(t) dt) \} (t = t_{ein} \text{ bis } t = t_{aus})$$

bestimmt. Analog dazu wird die aus dem sekundären Energiespeicher 9 entnommene Ladungsmenge $Q_{Entlade}$ durch zeitliche Integration der auf den Lastwiderstand des bzw. der sekundären Energieverbraucher 10 bezogenen Entladespannung gemäß der folgenden Formel bestimmt:

$$Q_{Entlade}(t) = \text{Integral} \{ (u(t)/R) dt \} (t = t_{ein} \text{ bis } t = t_{aus}).$$

Der aktuelle Ladezustand des sekundären Energiespeichers 9 kann ausgehend von einem vorgegebenen bzw. gemessenen Ausgangsladezustand unter Berücksichtigung des Wirkungsgradfaktors k des sekundären Energiespeichers 9 durch Bildung der Differenz aus der dem sekundären Energiespeicher 9 zugeführten Ladungsmenge Q_{Lade} und der aus dem sekundären Energiespeicher 9 entnommenen Ladungsmenge $Q_{Entlade}$ gemäß der folgenden Formel bestimmt werden:

$$Q(t) = Q_{Lade}(t) - k Q_{Entlade}(t) \text{ mit } k = \text{Faktor zur Berücksichtigung des Wirkungsgrades des sekundären Energiespeichers 9.}$$

Bei Inbetriebnahme des Bordnetzes kann der Ausgangswert des Ladezustandes des sekundären Energiespeichers 9 entweder durch eine Säuredichtemessung bestimmt oder aus den Meßgrößen der Ruhespannung und der Temperatur des sekundären Energiespeichers 9 in bekannter Weise näherungsweise berechnet werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch das erfindungsgemäße Bordnetz stets ein optimaler Ladezustand des primären Energiespeichers 4 erreicht wird. Darüber hinaus wird beim erfindungsgemäßen Bordnetz weder das Primärsystem 6 überlastet noch der sekundäre Energiespeicher 9 des Sekundärsystems 7 unter einen vorgegebenen Restladungswert entladen. Damit ist eine hohe Lebensdauer sowohl des primären Energiespeichers 4 als auch des sekundären Energiespeichers 9 gewährleistet. Schließlich sind die elektromagnetischen Störungen des erfindungsgemäßen Bordnetzes auf einen Minimalwert reduziert.

Patentansprüche

1. Bordnetz für ein Kraftfahrzeug mit einem Primärsystem, das einen spannungsgeregelten Gene-

rator, einen primären Energiespeicher sowie mindestens einen primären Energieverbraucher enthält, und mit einem parallelgeschalteten Sekundärsystem, das einen sekundären Energiespeicher sowie mindestens einen sekundären Energieverbraucher enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Sekundärsystem (7) eine Reglereinheit (8) mit einem an dem Generator (1) angeschlossenen regelbaren Widerstand umfaßt, die den Ladezustand des sekundären Energiespeichers (9) überwacht und die in Abhängigkeit vom aktuellen Ladezustand des sekundären Energiespeichers (9) sowohl den regelbaren Widerstand derart ansteuert als auch den bzw. die sekundären Energieverbraucher (10) derart zu- bzw. abschaltet, daß einerseits beim Laden des sekundären Energiespeichers (9) das Primärsystem (6) nicht überlastet und andererseits beim Entladen des sekundären Energiespeichers (9) ein vorgegebener Restladungswert nicht unterschritten wird.

2. Bordnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der primäre Energiespeicher (4) relativ zum sekundären Energiespeicher (9) durch niederohmigere Leitungen mit dem Generator (1) verbunden ist.

3. Bordnetz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der aktuelle Ladezustand des sekundären Energiespeichers (9) ausgehend von einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Ausgangsladezustand durch Addition der beim Ladevorgang zugeführten Ladungsmenge (Q_{Lade}) sowie durch Subtraktion der beim Entladevorgang entnommenen Ladungsmenge (Q_{Entlade}) unter Berücksichtigung des Wirkungsgradfaktors (k) des sekundären Energiespeichers (9) bestimmt wird.

4. Bordnetz nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dem sekundären Energiespeicher (9) zugeführte Ladungsmenge durch zeitliche Integration des Ladestromes ($i(t)$) bestimmt wird.

5. Bordnetz nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem sekundären Energiespeicher (9) entnommene Ladungsmenge (Q_{Entlade}) durch zeitliche Integration der auf den Lastwiderstand des bzw. der sekundären Energieverbraucher (10) bezogenen Entladespannung ($u(t)$) bestimmt wird.

6. Bordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladestrom ($i(t)$) des bzw. der sekundären Energieverbraucher (10) durch den regelbaren Widerstand der Reglereinheit (8) auf einen maximal zulässigen Stromstärkewert begrenzt wird.

7. Bordnetz nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steilheit des Anstiegs bzw. des Abfalls des Ladestroms ($i(t)$) des sekundären Energiespeichers (9) durch den regelbaren Widerstand der Reglereinheit (8) auf einen maximal zulässigen Wert begrenzt wird.

8. Bordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der regelbare Widerstand der Reglereinheit (8) durch mehrere hintereinander- bzw. parallelgeschaltete Feldeffekttransistoren gebildet ist.

- Leerseite -

